

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor :DAI KIMURA

Filed :Concurrently herewith

For : RADIO COMMUNICATION APPARATUS

Serial Number :Concurrently herewith

March 17, 2004


Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY CLAIM AND
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **Japanese** patent application number **2003-313708** filed September 5, 2003, a copy of which is enclosed.

Respectfully submitted,


Brian S. Myers
Reg. No. 46,947

Customer Number:
026304
Docket No.: FUSA 21.064

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 5 日
Date of Application:

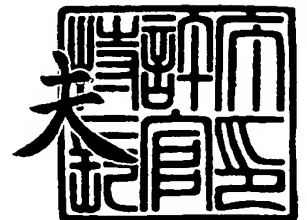
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 1 3 7 0 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 1 3 7 0 8]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 5 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 1 0 8 1 4 7

【書類名】 特許願
【整理番号】 0352011
【提出日】 平成15年 9月 5日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 7/00
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 木村 大
【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100084711
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 齊藤 千幹
 【電話番号】 043-271-8176
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 015222
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9704946

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

パケット受信側が報告する無線リンク品質情報を用いて該無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、

前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、

パケット受信側が報告する前記無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、

該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段、

を備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 2】

パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

パケット受信側より受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、

前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、

前記パケット受信側が報告する無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、

該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段、

を備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 3】

前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記時間変動特性と目標誤り率との対応テーブルを備え、該テーブルを用いて前記目標誤り率を適応的に切り替える、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線通信装置。

【請求項 4】

前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記無線リンク品質情報の受信側からの報告周期に基づいて、前記目標誤り率を制御する手段、

を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の無線通信装置。

【請求項 5】

パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

パケット受信側のスループットを推定する手段、

前記スループットが最大となるように目標誤り率を適応制御する手段、

パケット受信側が報告する無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの平均誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、

該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段、

を備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 6】

パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

パケット送信側より受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、

前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、
誤り検出符号化された無線パケットを受信して誤り検出を行う手段、
前記受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質値を測定する手段、
パケットの誤り率が目標誤り率と等しくなるように前記誤り検出結果を用いて前記無線
リンク品質値を補正する手段、
前記補正された無線リンク品質値をパケット送信側に報告する手段、
を備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 7】

前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記時間変動特性と目標誤り率との対応テ
ーブルを備え、該テーブルを用いて前記目標誤り率を適応的に切り替える、
ことを特徴とする請求項 6 記載の無線通信装置。

【請求項 8】

前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記測定した無線リンク品質値の測定周期
に基づいて、前記目標誤り率を制御する手段、
を備えたことを特徴とする請求項 6 記載の無線通信装置。

【請求項 9】

パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側
において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通
信システムにおける無線通信装置において、
受信した無線パケットのスループットを測定する手段、
前記スループットが最大となるように目標誤り率を適応制御する手段、
誤り検出符号化された無線パケットを受信して誤り検出を行う手段、
無線リンク品質を測定する手段、
パケットの誤り率が目標誤り率と等しくなるように前記誤り検出結果を用いて前記無線
リンク品質値を補正する手段、
前記補正された無線リンク品質値をパケット送信側に報告する手段、
を備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 10】

送信側は、前記報告された無線リンク品質値を用いて変調方式及び又は符号化率を決定す
る手段、
該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段、
を備えたことを特徴とする請求項 6 または 9 記載の無線通信装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】無線通信装置

【技術分野】

【0001】

本発明は無線通信装置に係わり、特に、パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

High Speed Downlink Packet Access(HSDPA)やHigh Data Rate(HDR)などの適応変復調及び適応符号化を用いた無線パケット通信システムにおいては、既知の下りリンクパイロットシンボルから受信品質を測定し、基地局に報告する。基地局では報告値に基づいて符号化率や変調方式（以下、符号化率と変調方式の組み合わせをMCS: Modulation and Coding Schemeと呼ぶ）を変更し、下りパケットを送信することによりスループットの向上を図る。ところで、MCSが大きくなると送信する情報データサイズが大きくなる一方、受信誤り率が増大する。このため、再送制御まで含めたスループットの観点から受信品質に応じた最適なMCSが存在する。また、送信パケットにCRC(Cyclic Redundancy Check)などの誤り検出符号化を施し、移動局で受信誤りを検出してその結果をACK(Acknowledge)信号として基地局にフィードバックすることによりARQ(Automatic Repeat Request: 自動再送要求)を行うことも一般的である。また、基地局においては、複数の移動局に送信すべきデータを同時に送信する最大数が限られているため、特定の1つあるいは複数の移動局の送信データに対して、定期的に送信機会を割り当てる機能が必要となる。この機能をスケジューリングと呼ぶ。

【0003】

MCS選択に関する従来技術としては移動局の受信誤り率が一定となるように制御する方式がある。この技術に関しては、移動局で制御を行なう場合（たとえば参考文献1参照）と基地局で制御を行なう場合（たとえば参考文献2参照）が考えられる。移動局で制御を行う場合はCRCなどを用いて誤り検出を行い、誤りを検出した場合は報告する受信品質を小さくし、誤りが検出されなかった場合は報告する受信品質を大きくすることにより、受信誤り率が一定値に収束するように制御する。一方、基地局で制御を行なう場合には、移動局がフィードバックするAcknowledge(ACK)信号を判定し、ACKの場合には送信MCSを大きく（送信情報データサイズを大きく）し、NACKの場合には反対に送信MCSを小さく（送信情報データサイズを小さく）することにより受信誤り率が一定値に収束するように制御する。これにより、安定したパケット誤り率特性得られる。また、あらかじめスループットが最大になるように目標誤り率を設定することによりスループットの安定、向上を図ることができる。

【0004】

図11は基地局が、目標誤り率および移動局から受信する下り無線リンクの品質情報、移動局の受信成功/失敗情報に基づいて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御するより従来の無線パケット通信システムの構成図である。

移動局1において、受信機1aは無線基地局2から送信されてきた高周波信号を受信してベースバンド信号に変換してパケット受信部1bとパイロットシンボル受信部1cに入力する。パケット受信部1bは、符号化されているパケットデータを復調すると共に復号処理を施して復号結果を誤り検出部1dに入力する。誤り検出部1dは復号結果に含まれている誤り検出符号（CRC符号）を用いて誤り検出を行ない、検出結果を上り信号作成部1eに入力する。一方、パイロットシンボル受信部1cはパイロットシンボルを抽出して受信品質測定部1fに入力する。受信品質測定部1fは、既知パイロットシンボルと受信パイロットシンボルを用いて下り無線リンクの受信品質としてSIR(Signal to Interference Ratio)を測定し、それを(1)式に示すように変換して下りリンク受信品質情報（以下、CQI(Channel Quality Indicator)と呼ぶ）として上り信号作成部1eに入力する。

【0005】

【数1】

$$CQI = f(SIR) = \lceil 10 \times \log_{10}(SIR) + C \rceil \quad (1)$$

ただし、Cはあらかじめ与えられた固定値 $\lceil x \rceil$ は x を超えない最大の整数を表す。

上り信号作成部 1 e は、誤り検出結果である ACK/NACK と下りリンク受信品質情報 CQI を上り信号に含め、送信機 1 g は該上り信号を変調処理、周波数変換して送信する。図 1 2 は 3GPP のアップリンクの HS-DPCCH チャンネルで ACK/NACK と CQI を送信するデータフォーマット例である。

【0006】

基地局 2 の受信機 2 a は複数の移動局 1 からの上り信号を受信し、受信信号に周波数変換、復調処理を施した後、ACK/NACK と CQI を分離して出力する。基地局スケジューリング部 2 b は、各移動局からの品質情報 CQI を元に次のパケットを送信する先の移動局を選択し、MCS 決定部 2 c と送信データバッファ 2 d に入力する。送信先移動局の選択方式としては、例えば、その瞬間に最も良好な受信品質である移動局を選択する方式 (Max CIR 方式) や、平均受信品質に対する瞬時受信品質の比が最も大きい移動局を選択する方式 (Proportional Fairness 方式) などの従来技術がある。

【0007】

次に、MCS 決定部 2 c は、CQI と MCS の変換テーブルを用いて、スケジューリング部 2 b で選択された移動局に送信するパケットの MCS (変調方式、符号化率) を決定する。なお、ここでは受信した CQI に ACK/NACK 及び目標誤り率により定まるオフセット offset を加算した後に、前記変換テーブルを参照して MCS を決定する。ACK/NACK 及び目標誤り率により定まるオフセットを加算する理由は、変換テーブルは 1 つしかなく、通信環境に応じた CQI 値となるように補正する必要があるからである。この場合、オフセットの値を、移動局の ACK/NACK に基づいて、式 (2) に従って更新すれば、移動局 1 の受信品質を目標誤り率 (PER) に収束させることができる。ただし、 α と β は $\alpha/\beta = \text{PER}/(1-\text{PER})$ の関係にある。

【0008】

【数2】

$$\begin{cases} \text{Offset} = \text{Offset} + \alpha & \text{ACKを受信した場合} \\ \text{Offset} = \text{Offset} - \beta & \text{NACKを受信した場合} \end{cases} \quad (2)$$

例えば、目標誤り率 (PER) = 10^{-1} とし、 $\alpha = 0.1$ 、 $\beta = 0.9$ とすれば、誤り率が目標誤り率 (PER) になれば、10 回に 9 回は ACK を受信してオフセットはトータル 0.9 増加し、10 回に 1 回は NACK を受信してオフセットは 0.9 減少し、全体的にオフセットの増減は零となって一定値に収束し、受信品質 CQI は目標誤り率 (PER) に応じた値に収束する。そして、MCS 決定部 2 c は通信環境及び目標誤り率に応じた CQI に対応する MCS を決定して出力する。

尚、オフセット offset は移動局ごとに個別に保持し、スケジューリングにより選択された移動局以外に対しても ACK/NACK が受信されたタイミングでオフセットの更新を行って保存しておく。

【0009】

以上により、情報送信する移動局及び各移動局の MCS (変調方式、符号化率) が決定されると、送信データバッファ 2 d は送信パケット生成部 2 e に対して、該決定された移動局の送信情報データを MCS により定まるサイズ分 (=TBS) 送る。送信パケット生成部 2 e は図 1 3 に示す構成を備え、チャンネル符号化部 2e-1 は MCS 決定部 2 c で決定された送信データビット数 (=TBS) 及び送信符号化ビット数 (=n) を用いて算出される符号化率 $r (=TBS/n)$ に基づいて符号化し、また、変調部 2e-2 は同様に MCS 決定部 2 c で決定された変調方式 (QPSK/16QAM) に従ってデジタル変調を行なって下りリンクの無線パケットを作成し

、送信機 2 f は該無線パケットと図示しないパイロット発生部から入力する既知パイロットを送信する。

【0010】

なお、各移動局へ送信する下りリンクの無線パケットは、CDMAの場合であれば、移動局に応じたチャネライゼーションコードで拡散した後合成して送信機 2 f に入力する。又、周波数多重して送信する場合には、移動局に応じた周波数データに変換した後、多重して送信する。また、以上では送信符号化ビット数 (= n) を送信パケット生成部 2 e に入力する場合について説明したが、符号化率 r を MCS 決定部 2 c で演算して送信パケット生成部 2 e に入力するように構成することもできる。

基地局 2 から送信された無線パケットは誤り検出が可能となるように符号化されており、移動局 1 は誤りが検出されなければ ACK シンボルを、誤りが検出されれば NACK シンボルをフィードバックする。又、移動局 1 はパイロットシンボルに基づいて SIR を測定し、CQI を計算して基地局にフィードバックする。従来技術の無線パケット通信システムは、以上の動作を繰り返し行うことにより高速パケット通信を実現する。

【0011】

図 1 4 は MCS 決定部 2 c の構成図であり、オフセット計算部 2c-1 は移動局毎に ACK/NACK に基づいて (2) 式によりオフセット offset を計算し、該オフセット offset を保存すると共に CQI 補正部 2c-2 に入力する。CQI 補正部 2c-2 は、オフセット offset を受信 CQI に加算して CQI を補正する。テーブル 2c-3 は、CDMA の場合、図 1 5 に示すように CQI に対応させてトランスポートブロックサイズ TBS、コード数 Ncode、変調方式 Modulation (QPSK/16QAM) を記憶し、入力された CQI に応じた TBS、Ncode、変調方式 Modulation を出力する。なお、CQI が小さいほど、すなわち、下り受信品質が悪い程、トランスポートブロックサイズ TBS は小さく、かつ、多重するコード数は少なくなり、しかも、1 回の変調で送れるデータ数は少なくなり、これにより、下り無線リンクの受信品質が変化しても目標誤り率を満足できるようになっている。

【0012】

送信符号化ビット数算出部 2c-4 は、Ncode、変調方式 Modulation を用いて、以下により送信符号化ビット数 n を算出して出力する。すなわち、パケット長 Nchip は $Nchip = 7680 [chip] = 0.2 [ms]$ 、拡散率 SF は固定で $SF = 16 [chip]$ であるから 1 パケットあたりに送信できるビット数 M は、

$$\text{QPSK の場合} : Mbit = Nchip / SF \times 2 = 960 \text{ bit}$$

$$16QAM \text{ の場合} : Mbit = Nchip / SF \times 4 = 1920 \text{ bit}$$

である。これより、送信符号化ビット数 n は

$$n = M \times Ncode \quad (3)$$

となる。送信符号化ビット数算出部 2c-4 は上式により送信符号化ビット数 n を計算して出力する。例えば、CQI=1 の場合、送信符号化ビット数 n は $n = 960 \times 1$ となる。なお、次式

$$r = TBS / (M \times Ncode) \quad (4)$$

により、符号化率 r を計算し、送信符号化ビット数 n に替えて出力することもできる。符号化率 r は、CQI=1 の場合、 $137 / (960 \times 1) = 0.14$ となる。

【0013】

図 1 6 は従来の無線パケット通信システムの別の構成図であり、図 1 1 と同一部分には同一符号を付している。異なる点は、移動局 1 に受信品質報告値制御部 1 h を設けた点である。受信品質報告値制御部 1 h は、誤り検出の有無により (2) 式に基づいてオフセット offset を補正し、該オフセットを用いて受信品質測定部より入力する受信品質情報 CQI を補正し、補正後の CQI と ACK/NACK 情報を図 1 2 のフォーマットに従って基地局 2 に送信する。なお、基地局 2 は ACK/NACK 情報を用いて再送制御を行なう。

【0014】

図 1 7 は、無線パケットシステムにおけるタイミングチャートである。ここでは、移動局 1 における受信品質測定時間、CQI 送信/受信時間、パケット送信/受信時間を全て 1 [sl]

ot]と定義する。移動局1があるタイミングで受信品質を測定してCQIを送信してから次にCQIを送信するまでの時間間隔をCQIフィードバック周期 T_{cycle} とする。また、受信品質を測定してから実際に測定結果が反映されたパケットを受信するまでの時間間隔をCQI遅延時間と呼び、最も小さい遅延時間を最小CQI遅延時間 T_{min} 、最も大きい遅延時間を最大CQI遅延 T_{max} とする。図のタイミングチャートでは受信品質測定#0と受信品質測定#1の間隔が $T_{cycle}(=6[\text{slot}])$ 、受信品質測定#0とパケット受信#00の間隔が $T_{min}(=3[\text{slot}])$ 、受信品質測定#0とパケット受信#05の間隔が $T_{max}(=8[\text{slot}])$ となる。これらの値はあらかじめ上位レイヤから与えられる値である。

【非特許文献1】"Adaptive Control of Link Adaptation for High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) in W-CDMA", WPMC'02, Oct. 2002

【非特許文献2】"HSDPA基地局における伝送レート割り当て方法に関する一検討", 電子情報通信学会 信学技法 RCS2001-260

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

スループットが最大になるような目標誤り率は移動局の状況によって異なる。例えば、移動局が受信品質を測定してから、実際にパケットを受信するまでに受信品質が変動しない条件下で最適化した場合と、移動局が高速移動して、あるいは受信品質の報告周期が大きすぎて受信品質が大きく変動する条件下で最適化した場合とでは、その最適目標誤り率が大きく異なってくる。このため、従来技術では、あらかじめ設定した目標誤り率が必ずしも最適ではない状況下において、スループットが劣化する問題があった。例えば、従来技術ではフェージング周波数が増大すると誤りが多くなり、(2)式によりオフセットがマイナスになる。この結果、目標誤り率を満足するためのCQIが小さくなり、これにより送信データ量が少なくなってスループットが劣化する。

以上から本発明の目的は、移動局が高速移動して、あるいは受信品質の報告周期が大きすぎて受信品質が大きく変動する条件下であってもスループットの劣化を防止することである。

本発明の別の目的は、移動局の通信状況によって目標誤り率を可変してスループットの劣化を防止することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置に関するものである。

本発明の第1の無線通信装置は、パケット受信側が報告する無線リンク品質情報を用いて該無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、パケット受信側が報告する前記無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段を備えている。

【0017】

本発明の第2の無線通信装置は、パケット受信側より受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、前記パケット受信側が報告する無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段を備えている。

第1、第2の発明において、前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記時間変動特性と目標誤り率との対応テーブルを備え、該テーブルを用いて時間変動特性に基づいて目標誤り率を適応的に切り替える。又、第1、第2の発明において、前記決定手段は、

無線リンク品質情報に対応させて変調方式及び又は符号化率関連データをテーブル化し、前記受信成功/失敗に基づいて前記目標誤り率に応じた量、前記無線リンク品質情報を補正し、補正後の無線リンク品質情報に応じた変調方式及び又は符号化率関連データを前記テーブルから求める。

【0018】

本発明の第3の無線通信装置は、パケット受信側のスループットを推定する手段、前記スループットが最大となるように目標誤り率を適応制御する手段、パケット受信側が報告する無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段を備えている。

【0019】

本発明の第4の無線通信装置は、パケット送信側より受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、誤り検出符号化された無線パケットを受信して誤り検出を行う手段、前記受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質値を測定する手段、パケットの誤り率が目標誤り率と等しくなるように前記誤り検出結果を用いて前記無線リンク品質値を補正する手段、前記補正された無線リンク品質値をパケット送信側に報告する手段を備えている。

第4の発明において、前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記時間変動特性と目標誤り率との対応テーブルを備え、該テーブルを用いて前記時間変動特性に基づいて目標誤り率を適応的に切り替える。

【0020】

本発明の第5の無線通信装置は、受信した無線パケットのスループットを測定する手段、スループットが最大となるように目標誤り率を適応制御する手段、誤り検出符号化された無線パケットを受信して誤り検出を行う手段、無線リンク品質を測定する手段、パケットの誤り率が目標誤り率と等しくなるように前記誤り検出結果を用いて前記無線リンク品質値を補正する手段、前記補正された無線リンク品質値をパケット送信側に報告する手段を備えている。

第4、第5の発明において、送信側は、前記報告された無線リンク品質値を用いて変調方式及び又は符号化率を決定する手段、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段を備えている。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、移動局が高速移動して、あるいは受信品質の報告周期が大きすぎて受信品質が大きく変動する条件下であっても、目標誤り率を可変してスループットの劣化を防止することができる。すなわち、本発明によれば、移動局が受信品質を測定してから、実際にパケットを受信するまでの受信品質の時間変動特性を推定し、時間変動特性に基づいてスループットが最大となるように目標誤り率を適応的に切り替えるため、スループットの劣化を防止することができる。

本発明によれば、受信品質の変動が小さい場合には小さい目標誤り率を設定し、受信品質の変動が大きい場合には大きい目標誤り率を設定することにより、目標誤り率を適応的に切り替える。これは、受信品質の変動が大きいとき目標誤り率を大きくすれば、多少誤り率が劣化しても、その分送信データサイズを大きくすることが可能となりスループットの向上が図れるためである。なお、パケットの誤り率の劣化は再送制御により救済することができるため大きな問題とならない。これにより、無線セル内に様々な速度で移動する移動局が複数存在する場合、従来技術と比較して大幅なスループットの向上が図れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明の第1の無線通信装置は、パケット受信側が報告する無線リンク品質情報を用いて該無線リンク品質の時間変動特性を推定し、前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適

応的に切り替え、パケット受信側が報告する前記無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定し、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する。

本発明の第2の無線通信装置は、パケット受信側より受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質の時間変動特性を推定し、前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替え、前記パケット受信側が報告する無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定し、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する。

【0023】

本発明の第3の無線通信装置は、パケット受信側のスループットを推定し、前記スループットが最大となるように目標誤り率を適応制御し、パケット受信側が報告する無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定し、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する。

本発明の第4の無線通信装置は、パケット送信側より受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質の時間変動特性を推定し、前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える。又、誤り検出符号化された無線パケットを受信して誤り検出を行い、前記パイロットシンボルを用いて無線リンク品質値を測定し、パケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように前記誤り検出結果を用いて前記無線リンク品質値を補正し、前記補正された無線リンク品質値をパケット送信側に報告する。なお、送信側は、前記報告された無線リンク品質値を用いて変調方式及び又は符号化率を決定し、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する。

【0024】

本発明の第5の無線通信装置は、受信した無線パケットのスループットを測定し、スループットが最大となるように目標誤り率を適応制御する。又、誤り検出符号化された無線パケットを受信して誤り検出を行うと共に、無線リンク品質を測定する。又、パケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように前記誤り検出結果を用いて前記無線リンク品質を補正し、前記補正された無線リンク品質をパケット送信側に報告する。なお、送信側は、前記報告された無線リンク品質値を用いて変調方式及び又は符号化率を決定し、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する。

第1～第5実施例によれば、移動局の通信状況によって目標誤り率を可変してスループットを向上することができる。

【実施例1】

【0025】

図1は第1実施例の無線パケット通信システムの構成図である。

移動局10において、受信機11は無線基地局20から送信されてきた高周波信号を受信してベースバンド信号に変換してパケット受信部12とパイロットシンボル受信部13に入力する。パケット受信部12は、符号化されているパケットデータを復調すると共に復号処理を施して復号結果を誤り検出部14に入力する。誤り検出部14は復号結果に含まれている誤り検出符号(CRC符号)を用いて誤り検出を行ない、検出結果を上り信号作成部15に入力する。一方、パイロットシンボル受信部13はパイロットシンボルを抽出して受信品質測定部16に入力する。受信品質測定部16は、既知パイロットシンボルと受信パイロットシンボルを用いて下り無線リンクの受信品質としてSIR(Signal to Interference Ratio)を測定し、(1)式を用いて下りリンク受信品質情報CQI(Channel Quality Indicator)を演算して上り信号作成部15に入力する。

【0026】

上り信号作成部15は、誤り検出結果であるACK/NACKと下りリンク受信品質情報CQIを上り信号に含め、送信機16は該上り信号を変調処理、周波数変換して送信する。

基地局 20 の受信機 21 は複数の移動局 10 からの上り信号を受信し、受信信号に周波数変換、復調処理を施した後、ACK/NACK と CQI を分離して出力する。基地局スケジューリング部 22 は、各移動局からの品質情報 CQI を基に次のパケットを送信する先の移動局を選択し、MCS 決定部 23 と送信データバッファ 24 に入力する。

時間相関演算部 25 は、次式

【数 3】

$$R_1 = \frac{\langle f^{-1}(CQI_{n+m}) \times f^{-1}(CQI_n) \rangle - \langle f^{-1}(CQI_n) \rangle^2}{\langle f^{-1}(CQI_n)^2 \rangle - \langle f^{-1}(CQI_n) \rangle^2} \quad (5)$$

により、下り受信品質情報の時間相関値 R_1 を求め、目標誤り率設定部 26 に入力する。ここで、CQI の添え字は基地局で受信されたスロットタイミングを表す。 $f^{-1}(x)$ は移動局で用いている変換関数 ((1) 式) の逆関数を表わし、 $f^{-1}(CQI) = SIR$ である。また、 $\langle x \rangle$ は x の時間平均を表す。さらに、 m は時間相関値を求める下り受信品質情報のスロット間隔を表す。

【0027】

目標誤り率設定部 26 は、時間相関値 R_1 と目標誤り率 PER との対応テーブルを備え、該テーブルを用いて算出された時間相関値 R_1 に対応する目標誤り率 PER を決定し、MCS 決定部 23 に入力する。図 2 は目標誤り率設定部 26 の構成図であり、目標誤り率決定部 26a と R_1 - PER 対応テーブル 26b を備えており、目標誤り率決定部 26a は対応テーブルより時間相関値 R_1 に応じた目標誤り率 PER を求めて MCS 決定部 23 に入力する。 R_1 - PER 対応テーブル 26b は以下のように sakusei される。

フェージング周波数 f_D が増大すると誤りが多くなり、(2) 式によりオフセットがマイナスとなって目標誤り率を満足するための CQI が小さくなる。この結果、図 15 のテーブルより明らかなように送信データ量が少なくなってスループットが劣化する。そこで、スループットを上げるために、目標誤り率 PER を大きくして誤りが多くなっても CQI が小さくならないようにテーブル 26b を決定すればよい。すなわち、時間相関値 R_1 が小さくなるにつれて目標誤り率 PER を大きくなるように R_1 - PER 対応テーブル 26b を決定する。このように、テーブル 26b を作成すれば、時間相関値 R_1 の値に応じてスループットが最大となるように適応的に目標誤り率 PER を決定することができる。尚、 R_1 - PER 対応テーブル 26b にフェージング周波数 (Hz) が記入されているが第 1 実施例とは関係が無く、後の実施例で使用するためである。

【0028】

MCS 決定部 23 は、図 14 と同一の構成を備え、CQI と MCS の変換テーブルを用いて、スケジューリング部 22 で選択された移動局毎に MCS (変調方式、符号化率) を決定して送信パケット生成部 27 に入力する。すなわち、MCS 決定部 23 は、移動局毎に目標誤り率 PER に基づいて α 、 β を決定すると共に、ACK/NACK に基づいて (2) 式に従ってオフセット offset を計算し、該オフセット offset を受信 CQI に加算して CQI を補正し、変換テーブルより該補正 CQI に応じたトランスポートブロックサイズ TBS、コード数 Ncode、変調方式 (QPSK/16QAM) を求めて出力する。また、MCS 決定部 23 は、Ncode、変調方式を用いて、(3) 式により送信符号化ビット数 n を算出して出力する。なお、(4) 式により符号化率 r を計算し、送信符号化ビット数 n に替えて出力することもできる。

【0029】

以上により、情報送信する移動局及び各移動局の MCS (変調方式、符号化率) が決定されると、送信データバッファ 24 は送信パケット生成部 27 に該移動局の送信情報データを MCS により定まるサイズ分 (=TBS) 送る。送信パケット生成部 27 は図 13 に示す構成を備え、MCS 決定部 23 で決定された送信データビット数 (=TBS) 及び送信符号化ビット数 (= n) を用いて算出される符号化率 r (=TBS/ n) に基づいて符号化し、また、同様に MCS 決定部 23 で決定された変調方式 (QPSK/16QAM) に従ってデジタル変調を行なって下りリンクの無線パケットを作成し、送信機 28 は該無線パケットと図示しないパイロット発生

部から入力する既知パイロットを送信する。

【0030】

第1実施例では送信符号化ビット数(=n)を送信パケット生成部26に入力する場合について説明したが、符号化率rをMCS決定部23で演算して送信パケット生成部26に入力するように構成することもできる。また、第1実施例はパケット送信側が無線基地局、パケット受信側が無線移動局の場合を示したが、上りリンクパケット通信にも適用できるものである。なお、これらは、以下の実施例でも同様に言えることである。

第1実施例によれば、移動局が受信品質を測定してから、実際にパケットを受信するまでの受信品質の時間変動特性を推定し、時間変動特性に基づいてスループットが最大となるように目標誤り率を適応的に切り替えるため、スループットの劣化を防止することができる。

【実施例2】

【0031】

図3は第2実施例の無線パケット通信システムの構成図であり、図1の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。異なる点は、時間相関演算の方法及び目標誤り率設定方法が異なるだけであり、他は第1実施例と同じである。

時間相関演算部31は、次式

【数4】

$$R_2 = \frac{\langle \text{Re}[s(t+\tau) \cdot s(t)] \rangle}{\langle |s(t)|^2 \rangle} \quad (6)$$

により、下り受信品質情報の時間相関値 R_2 を求め、目標誤り率設定部32に入力する。ただし、(6)式において、 $s(t)$ は既知のパイロットパターンキャンセル後の複素上りリンクパイロットシンボル、 τ は時間相関を取る時間間隔、 $\text{Re}[\]$ は複素信号の実部を取る関数、 $\langle x \rangle$ は x の時間平均を表す。

【0032】

目標誤り率設定部32は、時間相関値 R_2 と目標誤り率PERとの対応テーブルを備え、該テーブルを用いて、前記算出された時間相関値 R_2 に対応する目標誤り率PERを決定し、MCS決定部23に入力する。図4は目標誤り率設定部26の構成図であり、目標誤り率決定部32aと R_2 -PER対応テーブル32bを備えており、目標誤り率決定部32aは対応テーブルより時間相関値 R_2 に応じた目標誤り率PERを求めてMCS決定部23に入力する。 R_2 -PER対応テーブル32bは第1実施例と同様の考え方により作成される。すなわち、時間相関値 R_2 が小さくなるにつれて目標誤り率PERが大きくなるように R_2 -PER対応テーブル32bを決定する。このように、テーブル32bを作成すれば、時間相関値 R_2 の値に応じてスループットが最大となるように適応的に目標誤り率PERを決定することができる。なお、 R_2 -PER対応テーブル32bにフェージング周波数(Hz)が記入されているが第2実施例とは関係が無く、後の実施例で使用するためである。

【0033】

以後、第1実施例と同様に、MCS決定部23は、トランスポートブロックサイズTBS、変調方式(QPSK/16QAM)、送信符号化ビット数nあるいは符号化率rを送信パケット生成部27に入力する。送信パケット生成部27は符号化率 $r(=TBS/n)$ に基づいて符号化し、また、変調方式(QPSK/16QAM)に従ってデジタル変調を行なって下りリンクの無線パケットを作成し、送信機28は該無線パケットと図示しないパイロット発生部から入力する既知パイロットを送信する。

上りと下りとで周波数が異なるFDDの場合、上りと下りとでフェージング環境が異なる。しかし、時間変動特性は上りと下りとでは大きく変化せず、統計的には同等になると考えられる。すなわち、上り受信品質の変動特性は下り受信品質の変動特性と大きな相関をもつと考えられる。そこで、第2実施例では上りパイロットシンボルを用いて下り無線リンクの時間相関性を推定し、第1実施例と同様の結果を得る。上りリンクと下りリンクで

周波数に大きな差分がある場合はその差分を考慮してテーブルを作成すればよい。

【実施例 3】

【0034】

無線通信では送信機からの信号が受信機周辺の物体に反射、回折、散乱を受けて多重波伝搬路となり、受信機周辺には様々な方向から到来する多数の波が互いに干渉し合い、ランダムな定在波性の電磁波分布が形成される。このような電磁波分布の中を移動局が走行すると受信波の振幅と位相がランダムに変動するフェージングと呼ばれる現象が起きる。理想的なフェージング環境下では、(5)、(6)式における時間相関値 R_1 、 R_2 と移動局の移動速度によって決まるフェージング周波数 f_D との間には(7)、(8)式のような関連がある。

【数 5】

$$R_1 = \{J_0(2\pi f_D \tau)\}^2 \quad (7)$$

$$R_2 = J_0(2\pi f_D \tau) \quad (8)$$

ただし、 f_D はフェージング周波数[Hz]、 τ は相関をとった時間間隔、 $J_0(x)$ は0次のベッセル関数を表す。よって、理想的なフェージング環境を仮定すると、フェージング周波数 f_D は時間相関値 R_1 、 R_2 から求めることができる。図5は $\tau=6\text{ms}$ の場合の時間相関値 R_1 、 R_2 とフェージング周波数 f_D の関係曲線であり、時間相関値 R_1 、 R_2 はフェージング周波数 f_D が50Hz程度までは f_D に応じて単調減少する。図2、図4のテーブルに示されるフェージング周波数 f_D は(7)、(8)式より算出した値である。

【0035】

ところで、第1、第2実施例はCQIフィードバック間隔を一定とした時に、時間相関特性 R_1 、 R_2 より適応的に目標誤り率PERを決定した場合である。しかし、移動局によって無線リンク品質情報CQIを送信側にフィードバックする周期が異なる。かかる場合、時間相関特性 R_1 、 R_2 とフェージング周波数 f_D の関係が図2、図4の関係からずれてくる。フェージング周波数 f_D とCQI遅延間隔の積と目標誤り率PERの関係は不変であるから、結局、時間相関特性 R_1 、 R_2 と目標誤り率PERの関係が図2、図4の関係からずれてくる。ここで、CQI遅延間隔とは、受信品質測定とパケット受信の時間間隔と定義する。(図17参照)

以上から、CQIを送信側にフィードバックする周期、換言すれば、CQI遅延間隔の相違を吸収するように目標誤り率を決定する必要がある。

図6はCQIフィードバック周期の相違を吸収する第3実施例の目標誤り率設定部の構成図であり、第1、第2実施例の目標誤り率設定部26、32に置き換えて使用することができる。

【0036】

第1変換テーブル41は、時間相関特性 R_1 、 R_2 を相関値を計算する時間間隔を一定値(ここでは6ms)とした場合のフェージング周波数 f_D に変換するもので、図2、図4に示す時間相関特性 R_1 、 R_2 とフェージング周波数 f_D の対応関係((7)、(8)式に基づく対応関係)を記憶している。第2変換テーブル42は、フェージング周波数 f_D に平均CQI遅延時間を乗算することにより得られる時間変動係数(補正フェージング周波数) f_D' を目標誤り率PERに変換するもので、図2、図4に示すフェージング周波数 f_D と目標誤り率PERの関係に基づいて作成されている。平均CQI遅延演算部43は、最小CQI遅延時間 T_{\min} (図17参照)と最大CQI遅延時間 T_{\max} の平均値を平均CQI遅延時間として出力し、乗算部44はCQI平均遅延時間をフェージング周波数 f_D に乘算してさらに相関値を計算する時間間隔で除算した時間変動係数 f_D' を出力する。

【0037】

第3実施例の目標誤り率設定部は、時間相関値 R_1 、 R_2 から(7)、(8)式を用いて作成した第1テーブル41を用いてフェージング周波数 f_D を決定し、フェージング周波数に平均CQI遅延時間を乗算し、相関値を計算する時間間隔で除算することにより時間変動係数 f_D' を求める。しかる後、求めた時間変動係数 f_D' とあらかじめ決められた第2テーブル42を

用いて目標誤り率PERを決定する。

第3実施例によれば、最小CQI遅延時間 T_{min} と最大CQI遅延時間 T_{max} の平均値である平均CQI遅延時間をフェージング周波数 f_D に乘算して補正し、補正したフェージング周波数より目標誤り率PERを求めるようにしたから、CQIフィードバック周期の相違及び相関値を計算する時間間隔を考慮して目標誤り率PERを決定することができる。

【実施例 4】

【0038】

図7は第4実施例の無線パケット通信システムの構成図であり、図1の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。異なる点は、時間相関演算部25、目標誤り率設定部26の代わりにスループット測定/目標誤り率設定部51を設けた点である。

第4実施例において、基地局20のスループット測定/目標誤り率設定部51は、各移動局10のスループットを測定し、スループットが増加すれば目標誤り率を増加し、スループットが減少すれば目標誤り率を減少して目標誤り率PERを決定する。以後、第1実施例と同様に、MCS決定部23は、トランスポートブロックサイズTBS、変調方式(QPSK/16QAM)、送信符号化ビット数 n あるいは符号化率 r を送信パケット生成部27に入力し、送信パケット生成部27は符号化率 r (= TBS/n)に基づいて符号化し、また、変調方式(QPSK/16QAM)に従ってデジタル変調を行なって下りリンクの無線パケットを作成し、送信機28は該無線パケットと図示しないパイロット発生部から入力する既知パイロットを送信する。

【0039】

図8はスループットを用いた目標誤り率制御のフローチャートである。

スループット測定/目標誤り率設定部51は、 n を歩進し($n+1 \rightarrow n$ 、 n の初期値は0、ステップ101)、送信されるデータの情報データサイズTBS(Transport Block Size)をMCS決定部23より取得し、その平均値 $\langle TBS \rangle$ を計算する(ステップ102)。

ついで、スループット(ここでは、1パケットで受信可能な情報データサイズの期待値を意味する)を次式

【数6】

$$\text{Throughput} = \langle TBS \rangle (1 - PER) \quad (9)$$

で示すように、TBSの平均値に、1から目標誤り率PERを引いた値を乗算して求める(ステップ103)。すなわち、目標誤り率を固定して、一定時間TBSを平均してスループットthroughput(n)を求めた後、今回のスループットthroughput(n)と前回のスループットthroughput($n-1$)の大小を比較する(ステップ104)。なお、throughput(0)=0とする。throughput(n)>throughput($n-1$)であれば、次式

$$PER = PER + PER_{step}$$

により目標誤り率PERをPERstep(例えば、0.1)増加する(ステップ105)。

ついで、PERが最大値(=PERmax)に達したかチェックし(ステップ106)、達していなければステップ101以降の処理を行い、達していれば、PER=PERmaxに制限し(ステップ107)、以後、ステップ101以降の処理を行う。以上のように、スループットが増加すれば、該スループットを減少するようにPERを増大する。

【0040】

一方、ステップ104において、throughput(n) \leq throughput($n-1$)となれば、次式

$$PER = PER - PER_{step}$$

により目標誤り率PERをPERstep(例えば、0.1)減少する(ステップ108)。ついで、PERが最小値(=PERmin)に達したかチェックし(ステップ109)、達していなければステップ101以降の処理を行い、達していれば、PER=PERminに制限し(ステップ110)、以後、ステップ101以降の処理を行う。以上のように、スループットが減少すれば、該スループットを増加するようにPERを増大する。

第4実施例によれば、一定時間毎にTBSを平均してスループットを求め、以前のスループットと比較し、スループットが増大している場合は目標PERを1ステップ増大させ、スルー

ブットが減少している場合は目標PERを1ステップ減少させる。この結果、PERは最大値(PER_{max})と最小値(PER_{min})の間で変化し、これを繰り返すことによりスループットが最大となる値の周辺に目標誤り率を収束させることができる。

【実施例 5】

【0041】

図9は第5実施例の無線パケット通信システムの構成図であり、図3の第2実施例と同一部分には同一符号を付している。異なる点は、(1)移動局10で時間相関特性を演算する点、(2)該時間相関特性に基づいて目標誤り率PERを適応的に決定する点、(3)この目標誤り率PERと誤り検出結果に基づいて下り無線リンク品質情報CQIを補正する点、(4)該品質情報CQIを基地局20に送信し、基地局20が該品質情報CQIに基づいてトランスポートブロックサイズTBS、変調方式(QPSK/16QAM)、送信符号化ビット数 n あるいは符号化率 r を決定する点である。

時間相関演算部61は、下りパイロットシンボルを用いて(6)式により下り受信品質情報の時間相関値 R_2 を計算し、目標誤り率設定部62に入力する。

【0042】

目標誤り率設定部62は、時間相関値 R_2 と目標誤り率PERとの対応テーブルを備え、該テーブルを用いて、前記算出された時間相関値 R_2 に対応する目標誤り率PERを決定し、受信品質報告値制御部63に入力する。なお、目標誤り率設定部62は図4と同一の構成を備えている。

受信品質報告値制御部63は、目標誤り率PERに基づいて α 、 β を決定し、誤り検出結果に基づいて(2)式に従ってオフセットoffsetを計算し、該オフセットoffsetを、受信品質測定部16が出力するCQIに加算してCQIを補正する。上り信号作成部15は、誤り検出結果であるACK/NACKと補正後の受信品質情報CQIを上り信号に含め、送信機16は該上り信号を変調処理、周波数変換して送信する。

【0043】

基地局20の受信機21は複数の移動局10からの上り信号を受信し、受信信号に周波数変換、復調処理を施した後、ACK/NACKとCQIを分離して出力する。基地局スケジューリング部22は、各移動局からの受信品質情報CQIを基に次のパケットを送信する先の移動局を選択し、MCS決定部23と送信データバッファ24に入力する。MCS決定部23は、CQI-MCS対応テーブルよりCQIに応じたトランスポートブロックサイズTBS、変調方式(QPSK/16QAM)、送信符号化ビット数 n あるいは符号化率 r を送信パケット生成部27に入力し、送信パケット生成部27は該符号化率 r ($=TBS/n$)に基づいて符号化し、また、変調方式(QPSK/16QAM)に従ってデジタル変調を行なって下りリンクの無線パケットを作成し、送信機28は該無線パケットと図示しないパイロット発生部から入力する既知パイロットを送信する。

【0044】

第5実施例によれば、第1実施例と同様に、移動局が受信品質を測定してから、実際にパケットを受信するまでの受信品質の時間変動特性を推定し、時間変動特性に基づいてスループットが最大となるように目標誤り率を適応的に切り替えるため、スループットの劣化を防止することができる。

また、パイロットシンボルの簡単な相関演算により、正確に下り受信品質の時間変動特性を算出することができる。

なお、移動局のCQIの報告周期が変動する場合には、図6に示すように、(6)式で算出した時間相関値 R_2 をフェージング周波数 f_D に変換し、該フェージング周波数 f_D に平均CQI遅延を乗算することにより受信品質変動係数 f_D' / f_D を求め、あらかじめ決められたテーブルを用いて目標誤り率PERを決定する。このようにすれば、移動局毎にCQIの報告周期が変動しても該変動を吸収することが可能となる。

【実施例 6】

【0045】

図10は第6実施例の無線パケット通信システムの構成図であり、図7の第4実施例と同

一部分には同一符号を付している。異なる点は、(1)スループット測定/目標誤り率設定部 71 を移動局10に設け、移動局において目標誤り率PERを適応的に決定する点、(2)この目標誤り率PERと誤り検出結果に基づいて、受信品質報告値制御部72が下り無線リンク品質情報CQIを補正する点、(3)該品質情報CQIを基地局20に送信し、基地局20が該品質情報CQIに基づいてトランスポートブロックサイズTBS、変調方式(QPSK/16QAM)、送信符号化ビット数 n あるいは符号化率 r を決定する点である。

スループット測定/目標誤り率設定部71は、図8のフローに従って、一定時間毎にTBSを平均してスループットを求め、以前のスループットと比較し、スループットが増大している場合は、目標誤り率PERを1ステップ増大させ、スループットが減少している場合は、目標誤り率PERを1ステップ減少させ、目標誤り率PERを受信品質報告値制御部72に入力する。

【0046】

受信品質報告値制御部72は、目標誤り率PERに基づいて α 、 β を決定し、誤り検出結果に基づいて(2)式に従ってオフセットoffsetを計算し、該オフセットoffsetを、受信品質測定部16が出力するCQIに加算してCQIを補正する。上り信号作成部15は、誤り検出結果であるACK/NACKと補正後の受信品質情報CQIを上り信号に含め、送信機16は該上り信号を変調処理、周波数変換して送信する。

基地局20の受信機21は複数の移動局10からの上り信号を受信し、受信信号に周波数変換、復調処理を施した後、ACK/NACKとCQIを分離して出力する。基地局スケジューリング部22は、各移動局からの受信品質情報CQIを基に次のパケットを送信する先の移動局を選択し、MCS決定部23と送信データバッファ24に入力する。MCS決定部23は、CQI-MCS対応テーブルよりCQIに応じたトランスポートブロックサイズTBS、変調方式(QPSK/16QAM)、送信符号化ビット数 n あるいは符号化率 r を送信パケット生成部27に入力し、送信パケット生成部27は符号化率 $r(=TBS/n)$ に基づいて符号化し、また、変調方式(QPSK/16QAM)に従ってデジタル変調を行なって下りリンクの無線パケットを作成し、送信機28は該無線パケットと図示しないパイロット発生部から入力する既知パイロットを送信する。

第6実施例によれば、第4実施例と同等の効果を奏することができる。

以上の実施例では、CDMA通信する場合を考慮して説明した部分があるが、本発明はCDMA通信に限らず、周波数多重、時分割多重伝送など種々の伝送方式に適用できるものである。

又、以上では、符号化率及び変調方式を受信品質情報に基づいて制御したが一方のパラメータのみを制御するようにしてもよい。

【0047】

・付記

付記1. パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

パケット受信側が報告する無線リンク品質情報を用いて該無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、

前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、

パケット受信側が報告する前記無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、

該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段、

を備えたことを特徴とする無線通信装置。

付記2. 前記時間変動特性推定手段は、所定時間間隔の前記無線リンク品質の相関を演算して無線リンク品質の時間変動特性を推定する、

ことを特徴とする付記1記載の無線通信装置。

付記3. パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバック

クし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

パケット受信側より受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、

前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、

前記パケット受信側が報告する無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、

該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段、

を備えたことを特徴とする無線通信装置。

付記 4. 前記時間変動特性推定手段は、所定時間間隔の受信パイロットシンボルの相関を演算して無線リンク品質の時間変動特性を推定する、

ことを特徴とする付記 3 記載の無線通信装置。

付記 5. 前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記時間変動特性と目標誤り率との対応テーブルを備え、該テーブルを用いて前記目標誤り率を適応的に切り替える

ことを特徴とする付記 1 又は 3 記載の無線通信装置。

付記 6. 前記変調方式及び又は符号化率を決定する手段は、無線リンク品質情報に対応させて変調方式及び又は符号化率関連データをテーブル化し、前記受信成功/失敗に基づいて前記目標誤り率に応じた量、前記無線リンク品質情報を増減して補正し、補正後の無線リンク品質情報に応じた変調方式及び又は符号化率関連データを前記テーブルから求める、

ことを特徴とする付記 1 または 3 記載の無線通信装置。

付記 7. 前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記無線リンク品質情報の受信側からの報告周期に基づいて、前記目標誤り率を制御する手段、

を備えたことを特徴とする付記 1 または 3 記載の無線通信装置。

付記 8. パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

パケット受信側のスループットを推定する手段、

前記スループットが最大となるように目標誤り率を適応制御する手段、

パケット受信側が報告する無線リンク品質情報及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの平均誤り率が前記目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定する手段、

該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段、

を備えたことを特徴とする無線通信装置。

付記 9. 前記スループット推定手段は、トランスポートブロックサイズの平均値を $\langle \text{TBS} \rangle$ 、目標誤り率を PER とするとき、次式

$$\text{THP} = \langle \text{TBS} \rangle \times (1 - \text{PER})$$

により、スループット THP を推定する、

ことを特徴とする付記 8 記載の無線通信装置。

付記 10. 前記目標誤り率を適応制御する手段は、今回のスループットが前回のスループットより大きければ目標誤り率 PER を増大し、小さければ目標誤り率 PER を減少する

ことを特徴とする付記 8 記載の無線通信装置。

付記 11. パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

パケット送信側より受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質の時間変動特性を推定する手段、

前記時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替える手段、
誤り検出符号化された無線パケットを受信して誤り検出を行う手段、
前記受信したパイロットシンボルを用いて無線リンク品質値を測定する手段、
パケットの誤り率が目標誤り率と等しくなるように前記誤り検出結果を用いて前記無線
リンク品質値を補正する手段、

前記補正された無線リンク品質値をパケット送信側に報告する手段、
を備えたことを特徴とする無線通信装置。

付記 12. 前記時間変動特性推定手段は、所定時間間隔の受信パイロットシンボルの相関を演算して無線リンク品質の時間変動特性を推定する、
ことを特徴とする付記 11 記載の無線通信装置。

付記 13. 前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記時間変動特性と目標誤り率との対応テーブルを備え、該テーブルを用いて前記目標誤り率を適応的に切り替える、
ことを特徴とする付記 11 記載の無線通信装置。

付記 14. 前記目標誤り率を適応的に切り替える手段は、前記測定した無線リンク品質値の測定周期に基づいて、前記目標誤り率を制御する手段、
を備えたことを特徴とする付記 11 記載の無線通信装置。

付記 15. パケット受信側で測定した無線リンクの品質情報を送信側にフィードバックし、送信側において該品質情報を用いて変調方式及び又は符号化率を適応的に制御する無線パケット通信システムにおける無線通信装置において、

受信した無線パケットのスループットを測定する手段、
前記スループットが最大となるように目標誤り率を適応制御する手段、
誤り検出符号化された無線パケットを受信して誤り検出を行う手段、
無線リンク品質を測定する手段、
パケットの誤り率が目標誤り率と等しくなるように前記誤り検出結果を用いて前記無線
リンク品質値を補正する手段、

前記補正された無線リンク品質値をパケット送信側に報告する手段、
を備えたことを特徴とする無線通信装置。

付記 16. 前記スループット推定手段は、トランスポートブロックサイズの平均値を<TBS>、目標誤り率をPERとするとき、次式

$$THP = \langle TBS \rangle \times (1 - PER)$$

により、スループットTHPを推定する、

ことを特徴とする付記 15 記載の無線通信装置。

付記 17. 前記目標誤り率を適応制御する手段は、今回のスループットが前回のスループットより大きければ目標誤り率PERを増大し、小さければ目標誤り率PERを減少する、

ことを特徴とする付記 15 記載の無線通信装置。

付記 18. 送信側は、前記報告された無線リンク品質値を用いて変調方式及び又は符号化率を決定する手段、

該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する手段、
を備えたことを特徴とする付記 11 または 15 記載の無線通信装置。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】第1実施例の無線パケット通信システムの構成図である。

【図2】第1実施例の目標誤り率設定部の構成図である。

【図3】第2実施例の無線パケット通信システムの構成図である。

【図4】第2実施例の目標誤り率設定部の構成図である。

【図5】時間相関値とフェージング周波数の関係曲線である。

【図6】CQIフィードバック周期の相違を吸収する第3実施例の目標誤り率設定部の構成図である。

【図 7】 第 4 実施例の無線パケット通信システムの構成図である。

【図 8】 スループットを用いた目標誤り率制御のフローチャートである。

【図 9】 第 5 実施例の無線パケット通信システムの構成図である。

【図 1 0】 第 6 実施例の無線パケット通信システムの構成図である。

【図 1 1】 従来の無線パケット通信システムの構成図である。

【図 1 2】 3GPP のアップリンクの HS-DPCCH チャネルで ACK/NACK と CQI を送信するデータフォーマット例である。

【図 1 3】 送信パケット生成部の構成図である。

【図 1 4】 MCS 決定部の構成図である。

【図 1 5】 CQI-MCS 変換テーブルである。

【図 1 6】 従来の無線パケット通信システムの別の構成図である。

【図 1 7】 無線パケット通信システムにおけるタイミングチャートである。

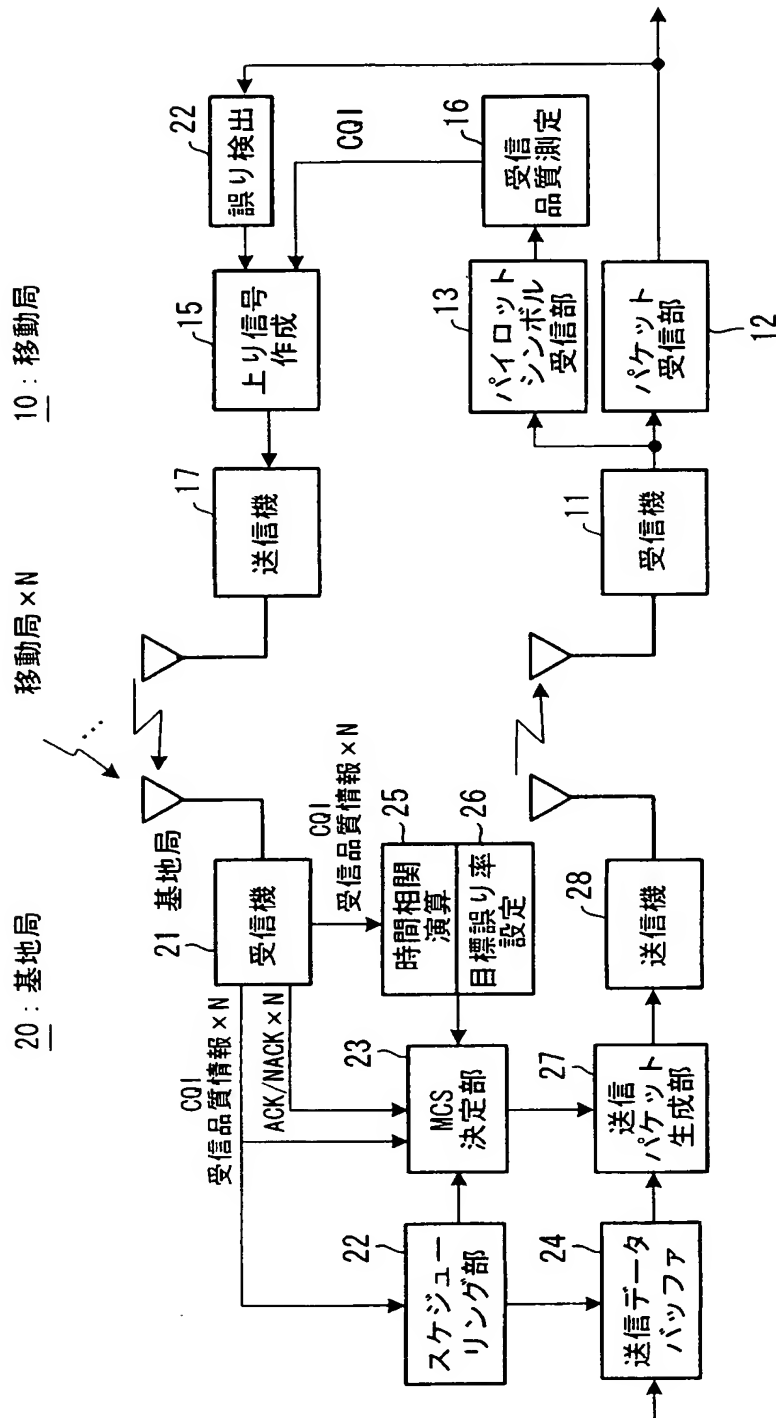
【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

- 1 0 移動局
- 1 1 受信機
- 1 2 パケット受信部
- 1 3 パイロットシンボル受信部
- 1 4 誤り検出部
- 1 5 パイロットシンボル受信部
- 1 6 受信品質測定部
- 2 0 基地局
- 2 1 受信機
- 2 2 基地局スケジューリング部
- 2 3 MCS 決定部
- 2 4 送信データバッファ
- 2 5 時間相関演算部
- 2 6 目標誤り率設定部
- 2 7 送信パケット生成部
- 2 8 送信機

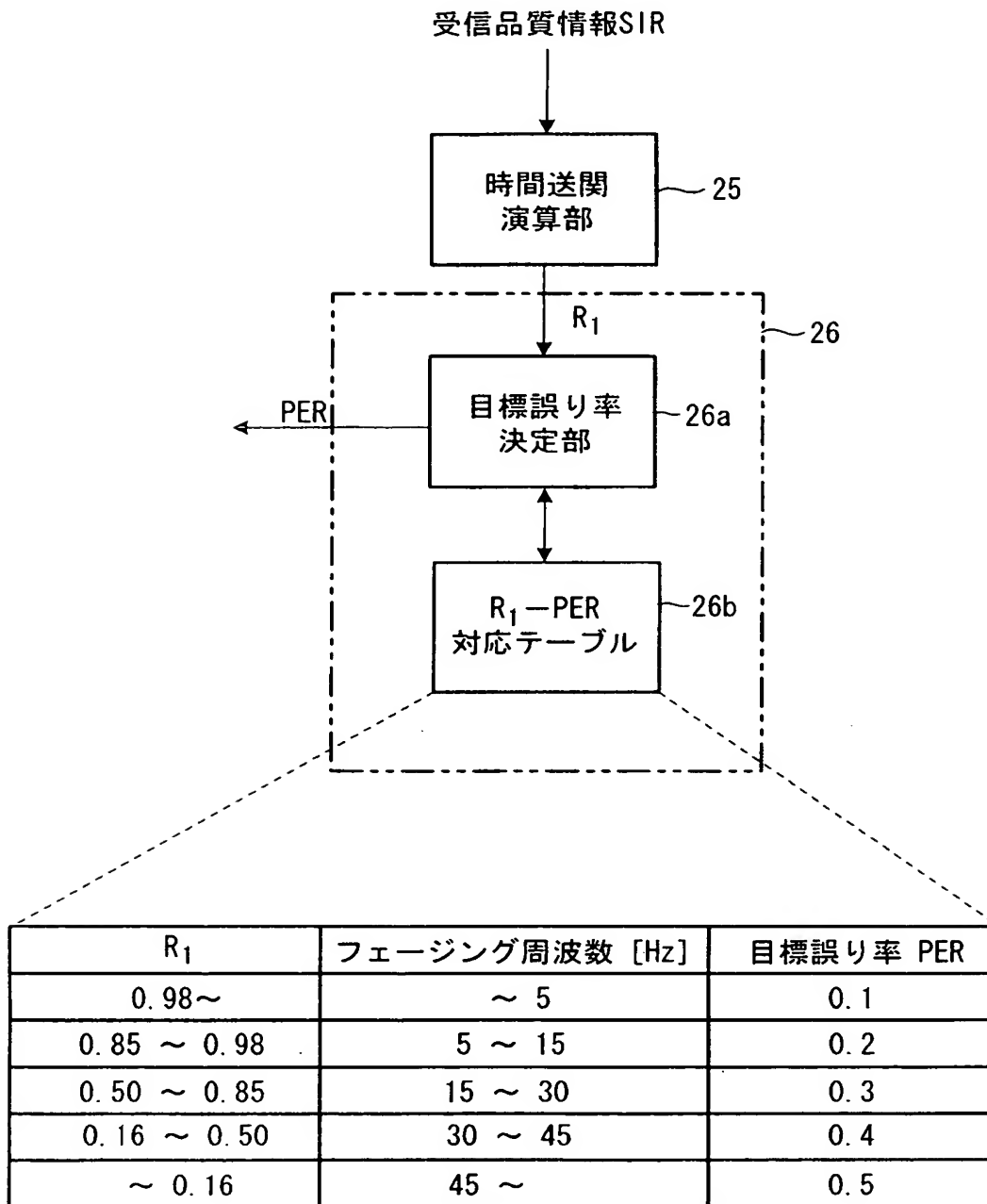
【書類名】 図面
【図 1】

第 1 実施例の無線パケット通信システム



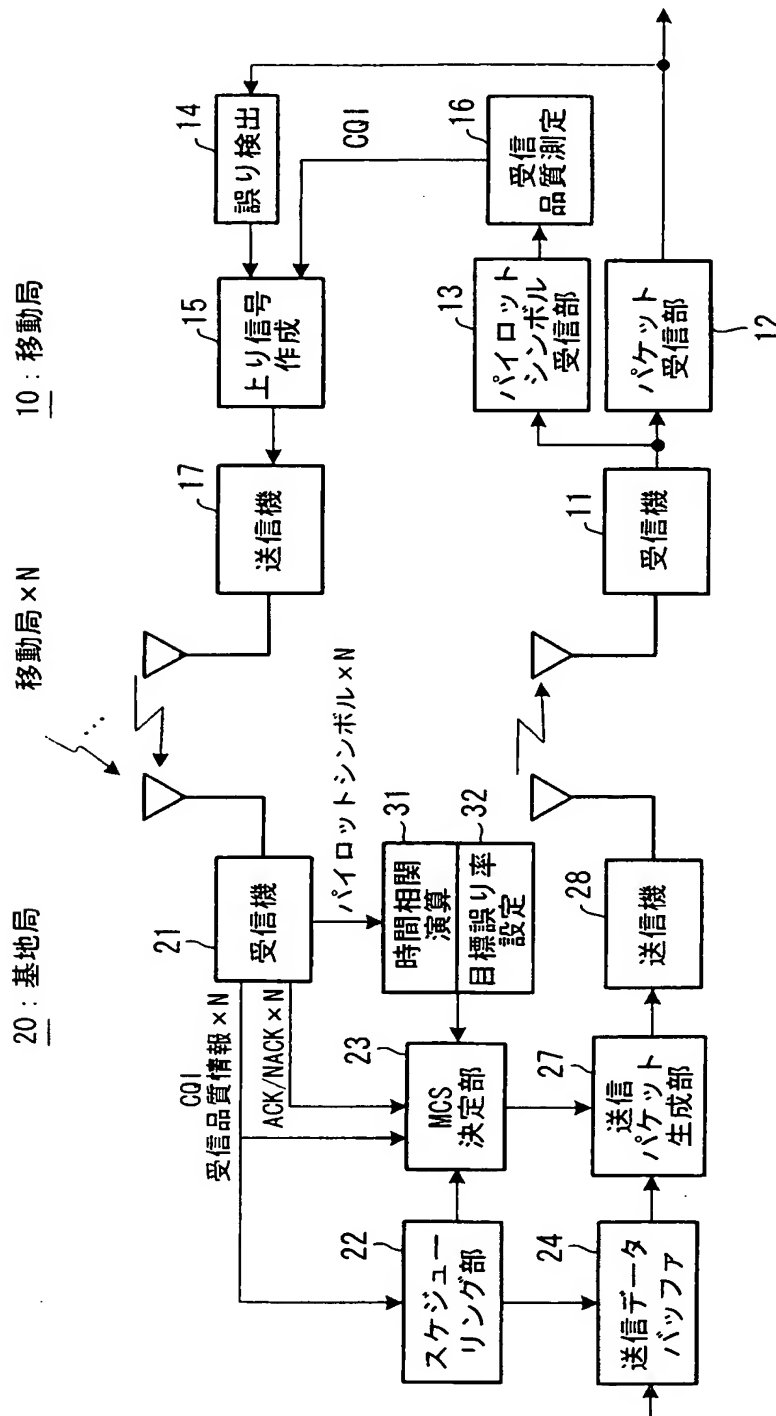
【図 2】

目標誤り率設定部の構成



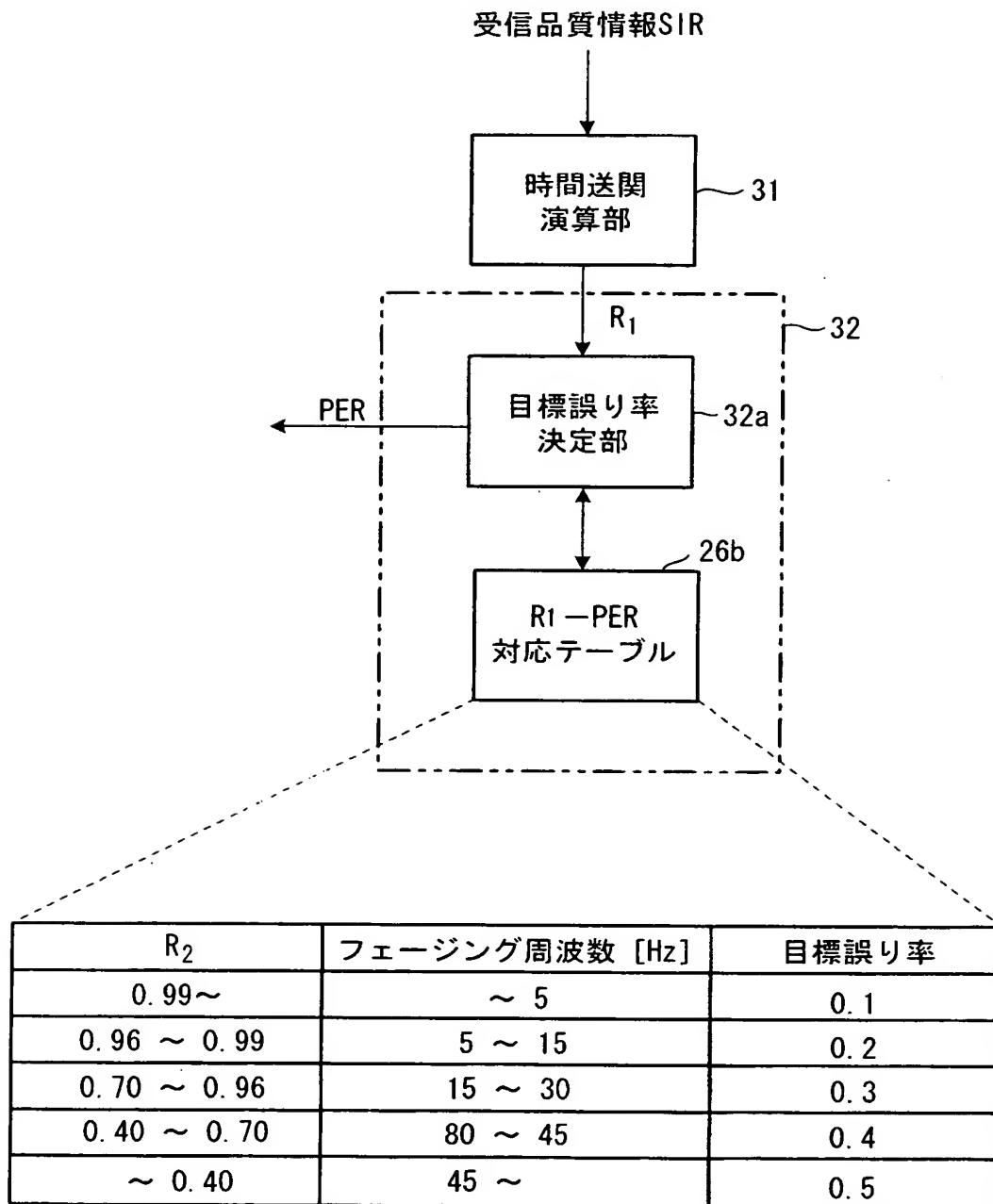
【図 3】

第 2 実施例の無線パケット通信システム



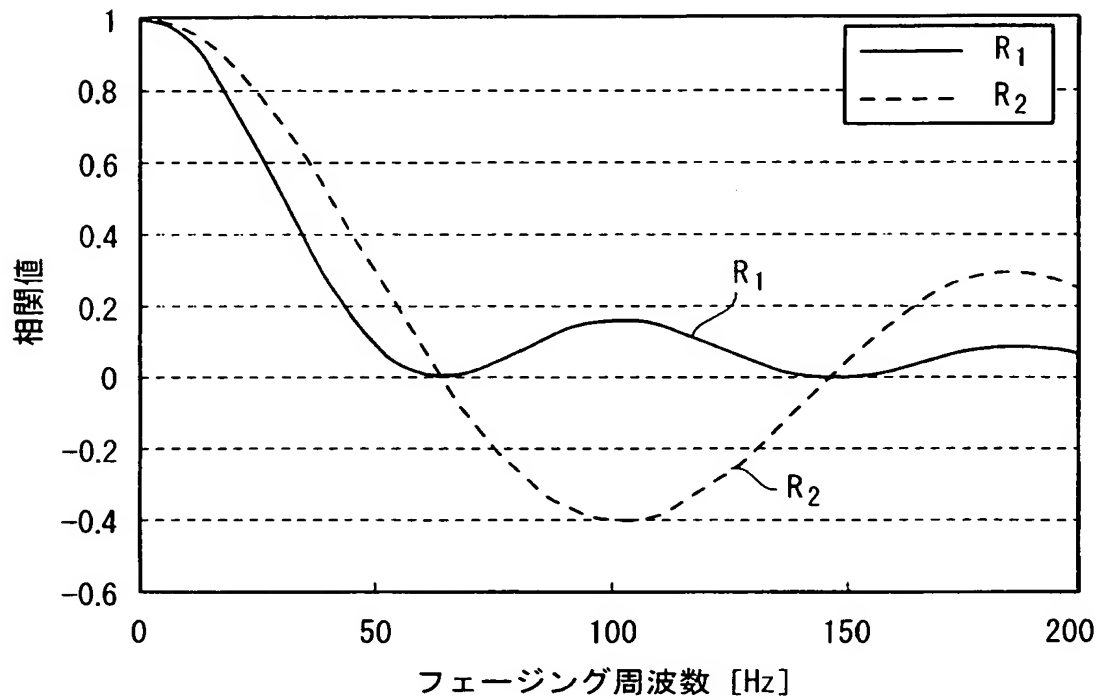
【図 4】

目標誤り率設定部の構成



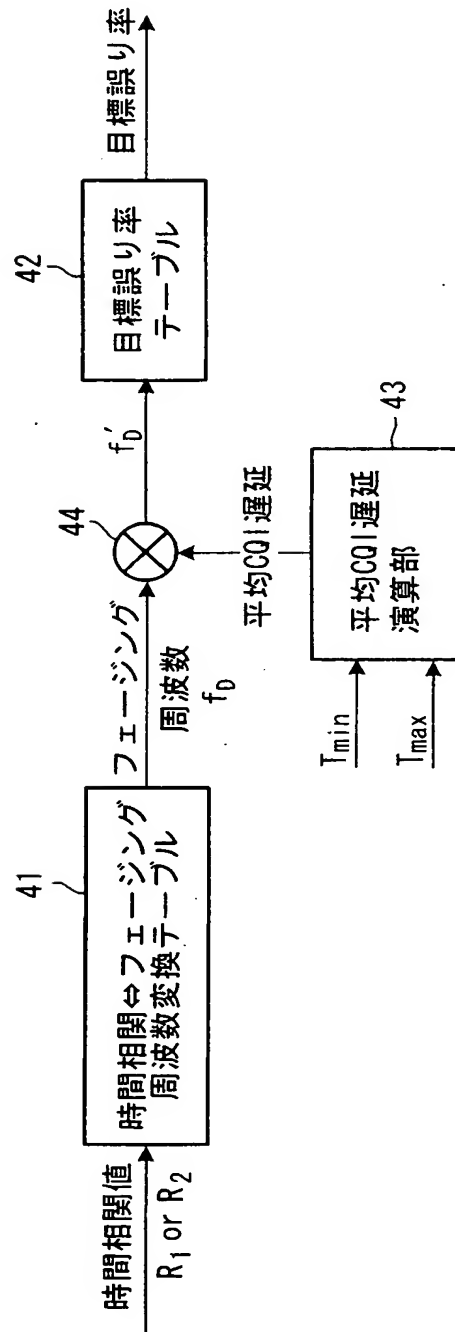
【図 5】

時間相関値とフェージング周波数の関係曲線



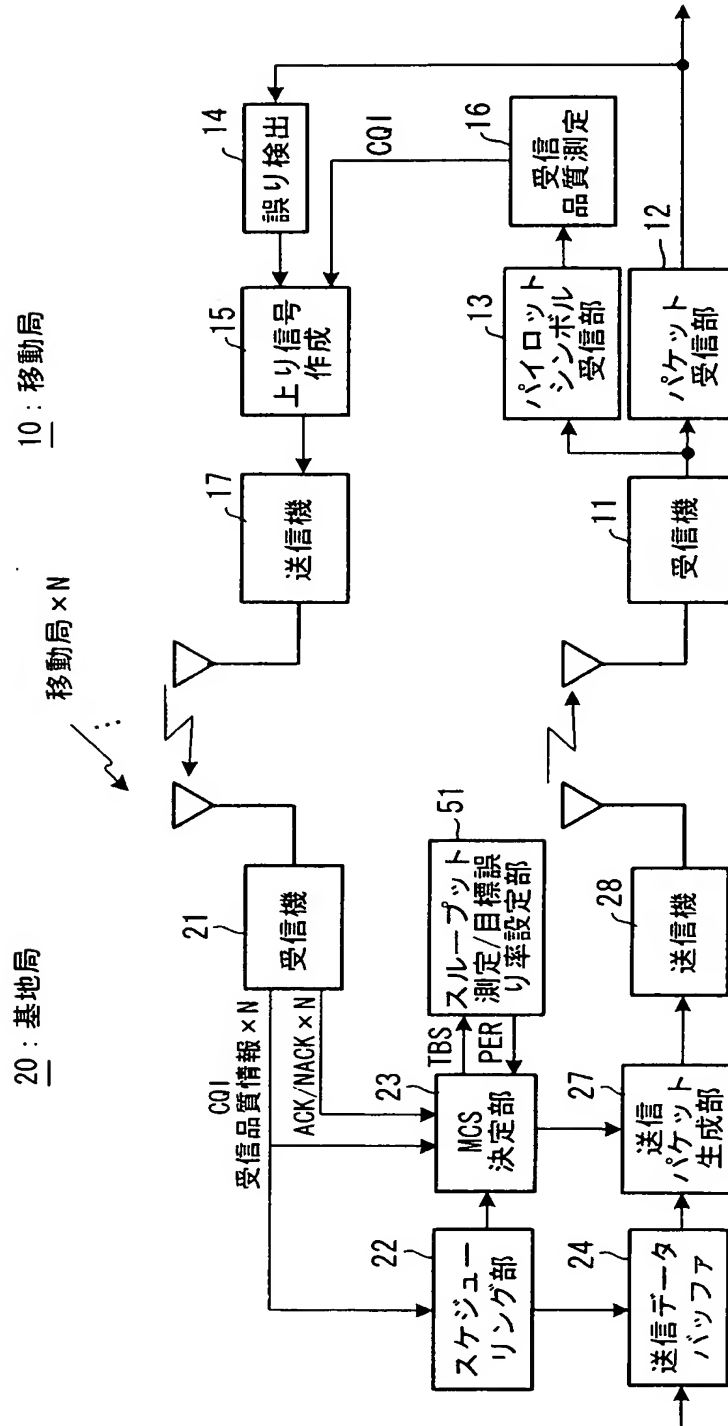
【図 6】

第 3 実施例の目標誤り率設定部の構成



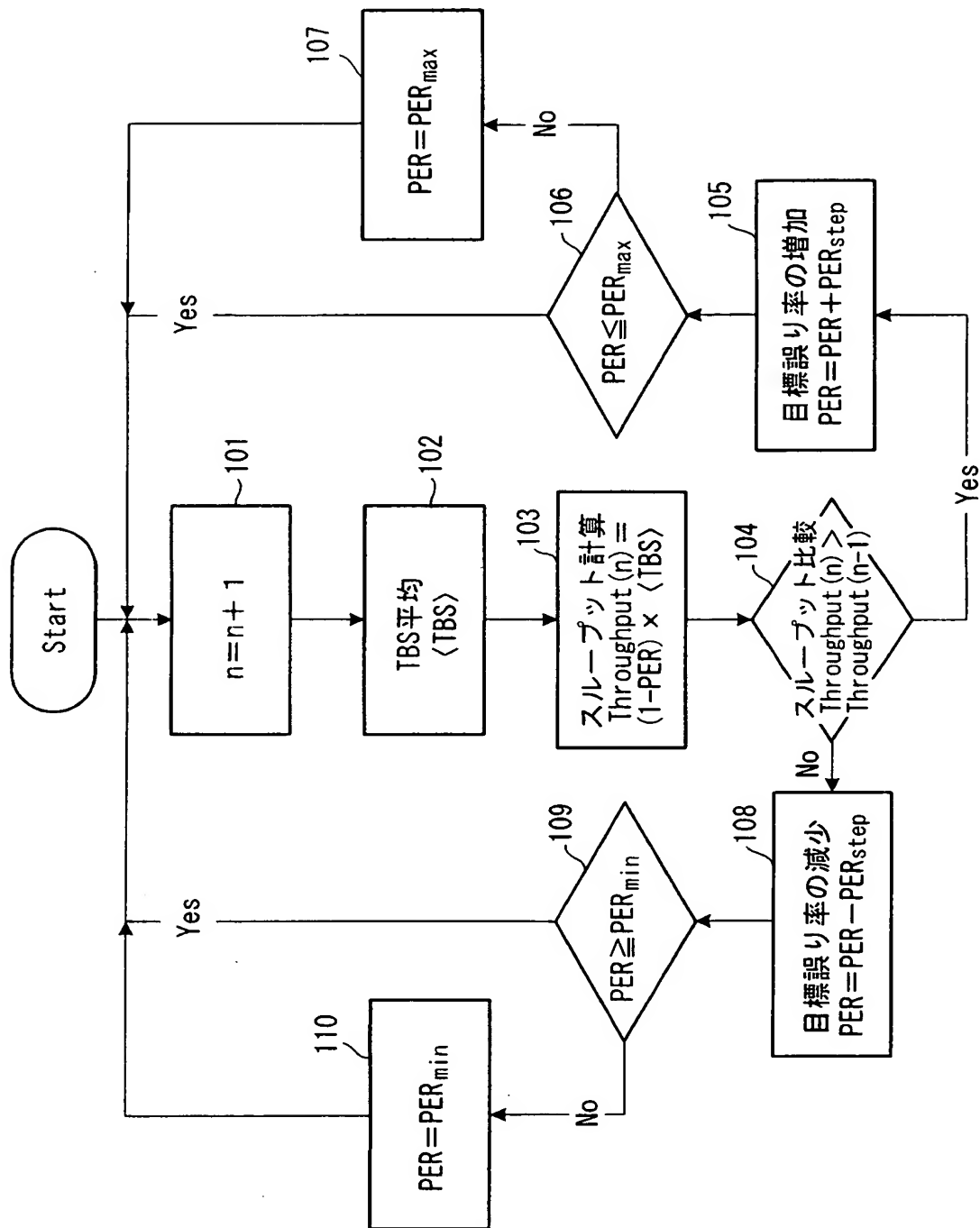
【図 7】

第 4 実施例の無線パケット通信システム



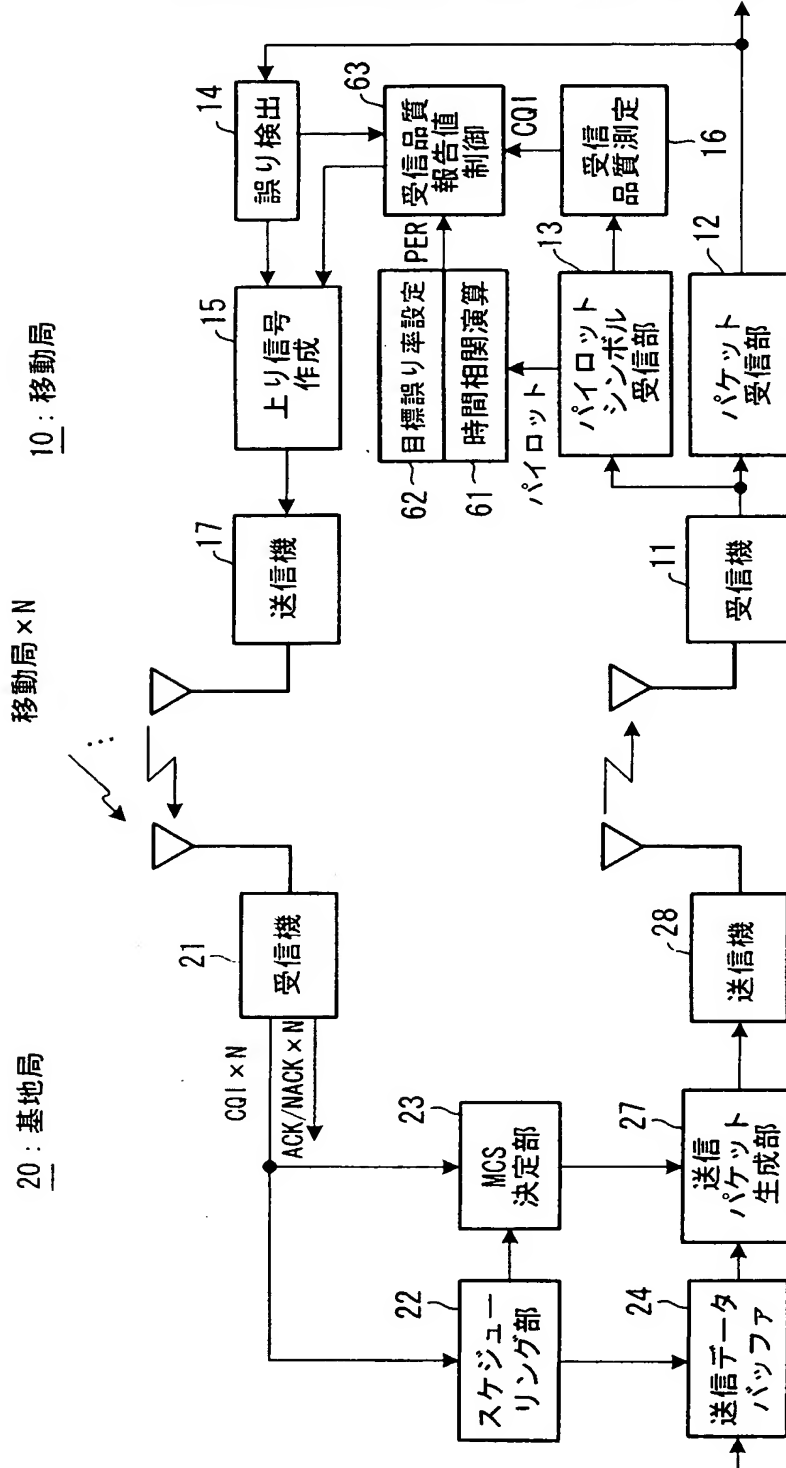
【図 8】

スループットを用いた目標誤り率制御フロー



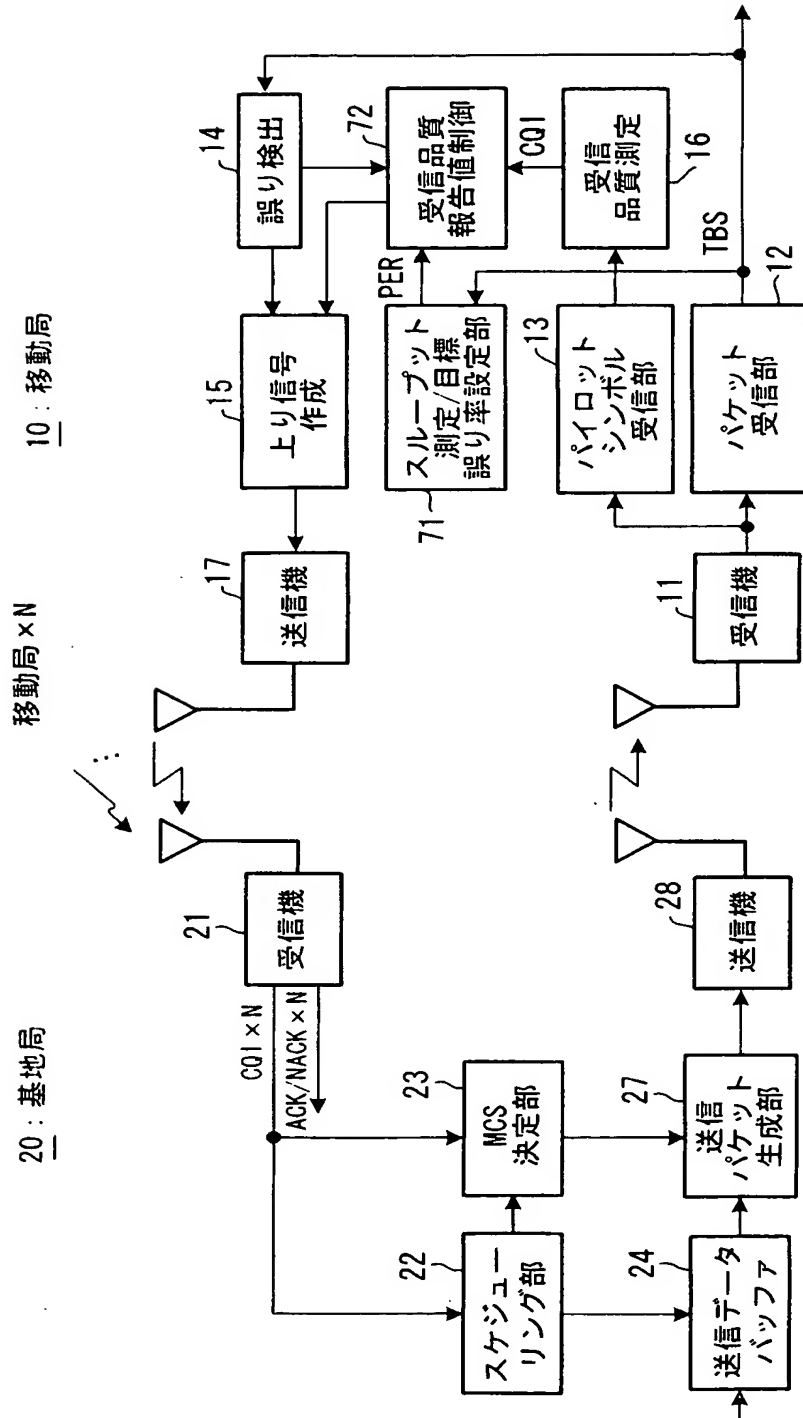
【図 9】

第 5 実施例の無線パケット通信システム

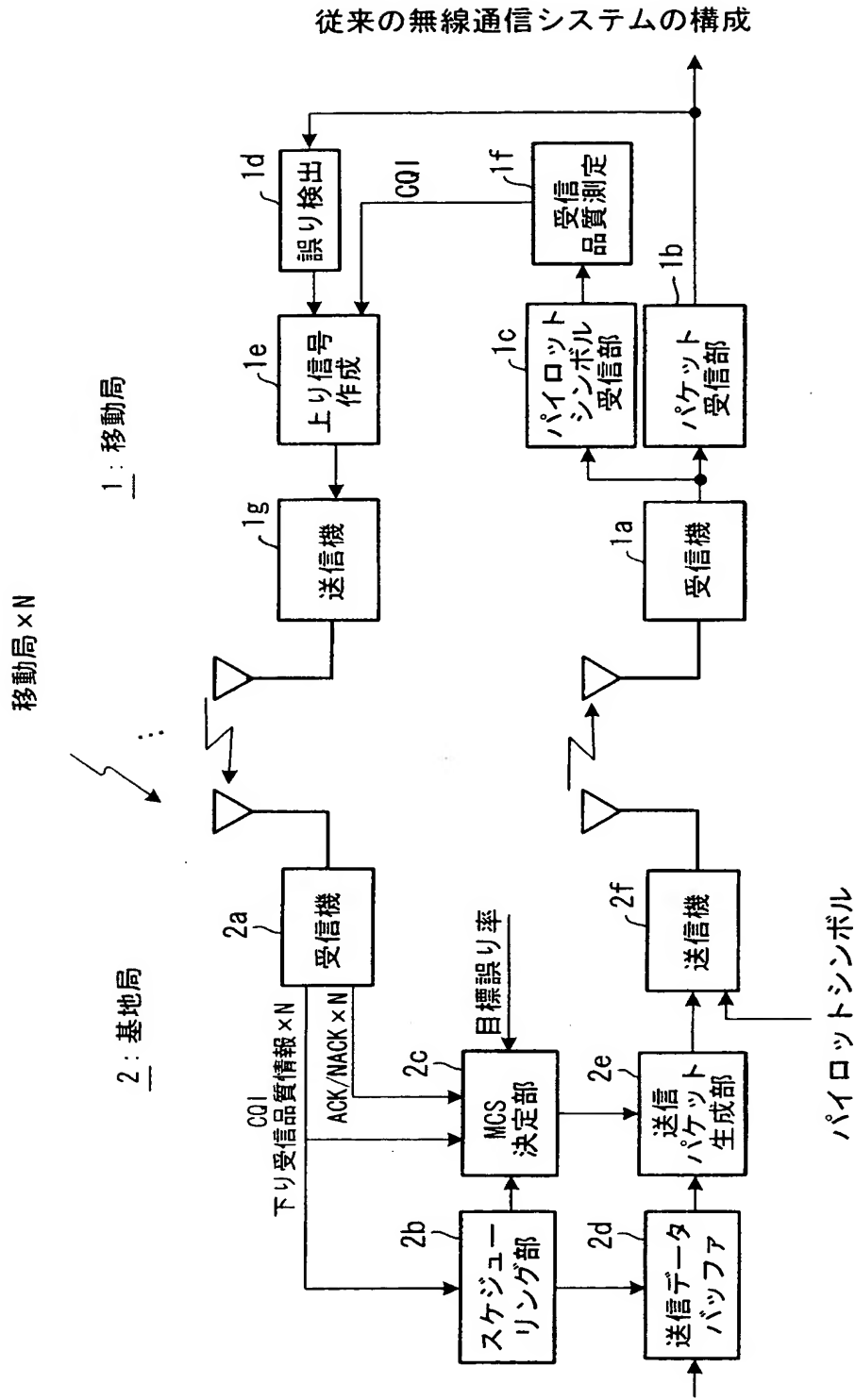


【図 10】

第6実施例の無線パケット通信システム

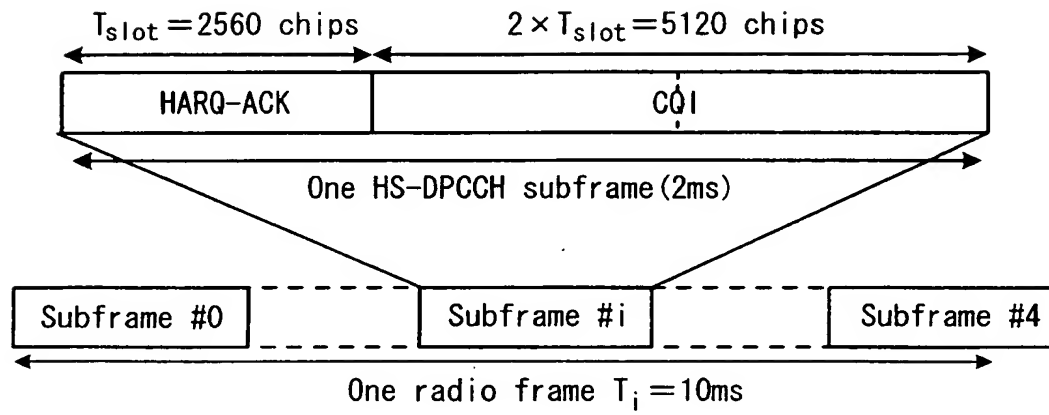


【図 11】



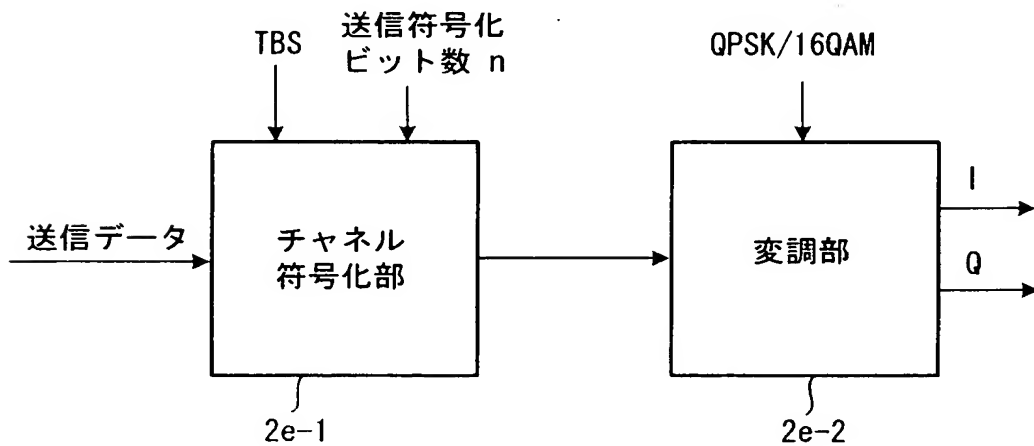
【図 1 2】

ACK/NACKとCQIの送信データフォーマット



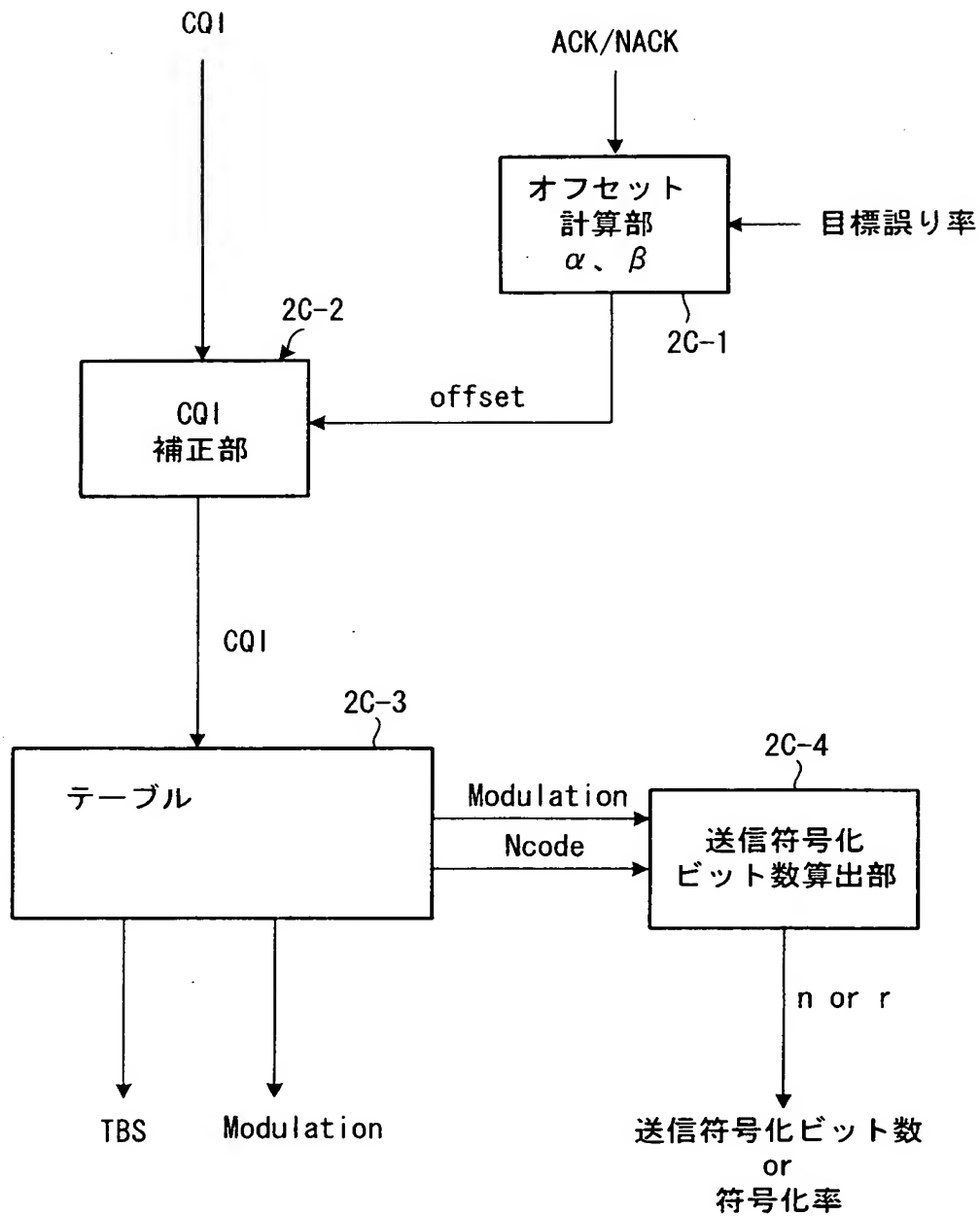
【図 1 3】

送信パケット生成部の構成



【図 14】

MCS決定部の構成



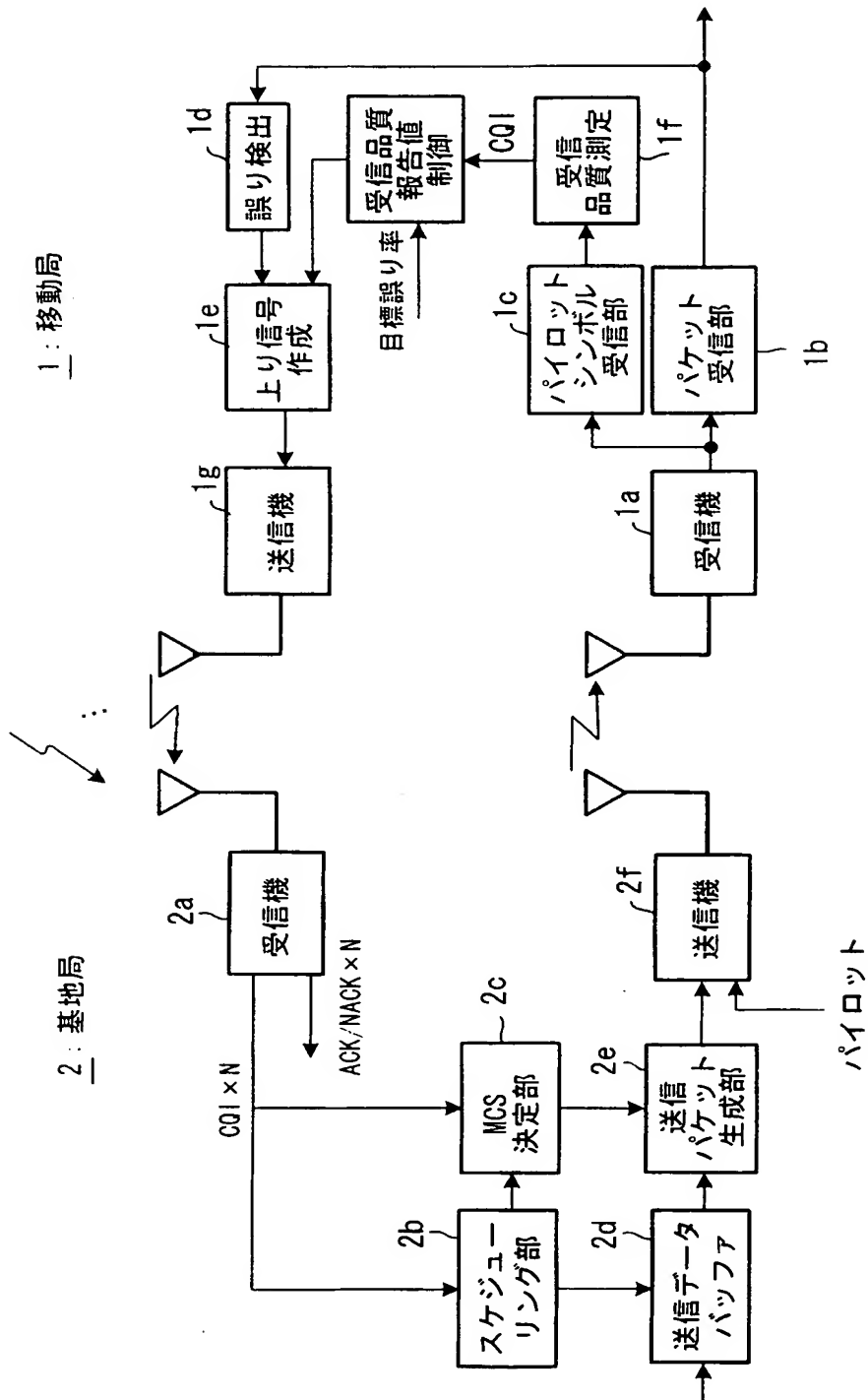
【図 15】

CQI-MCS変換テーブル

CQI value	TBS	Ncode	Modulation
1	137	1	QPSK
2	173	1	QPSK
3	233	1	QPSK
4	317	1	QPSK
5	377	1	QPSK
6	461	1	QPSK
7	650	2	QPSK
8	792	2	QPSK
9	931	2	QPSK
10	1262	3	QPSK
11	1483	3	QPSK
12	1742	3	QPSK
13	2279	4	QPSK
14	2583	4	QPSK
15	3319	5	QPSK
16	3565	5	16-QAM
17	4189	5	16-QAM
18	4664	5	16-QAM
19	5287	5	16-QAM
20	5887	5	16-QAM
21	6554	5	16-QAM
22	7168	5	16-QAM
23	9719	7	16-QAM
24	11418	8	16-QAM
25	14411	10	16-QAM
26	17300	12	16-QAM
27	21754	15	16-QAM
28	23370	15	16-QAM
29	24222	15	16-QAM
30	2558	15	16-QAM

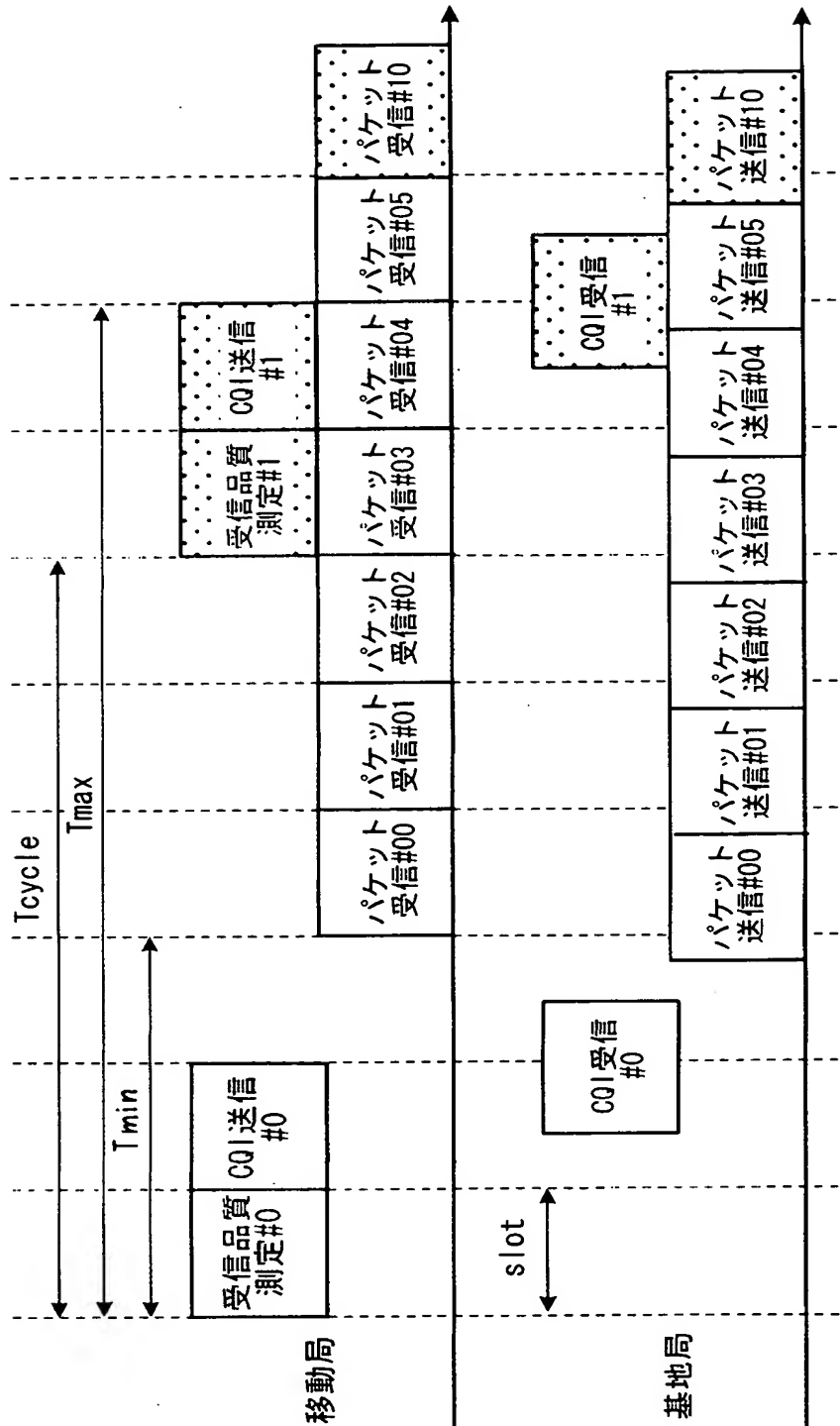
【図 16】

従来の無線通信システムの別の構成



【図 17】

タイムチャート例



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 受信品質が大きく変動する条件下であってもスループットの劣化を防止する。

【構成】 基地局 2 0 の時間相関演算部 25 は移動局 1 0 が報告する下り無線リンク品質情報 CQI を用いて該無線リンク品質の時間変動特性を推定し、目標誤り率設定部 2 6 はこの時間変動特性を用いて目標誤り率を適応的に切り替え、MCS 決定部 2 3 は、移動局が報告する無線リンク品質情報 CQI 及び受信成功/失敗情報を用いてパケットの誤り率が目標誤り率と等しくなるように変調方式及び又は符号化率を決定し、該決定された変調方式及び又は符号化率に基づいてパケットを送信する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 1 3 7 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社